

桜島火山灰の養浜土砂としての利用価値を検証する基礎的研究

長山 昭夫[†]

Examination of Sakurajima drained sand to beach nourishment materials

Akio NAGAYAMA

Under an aim for recycling of Sakurajima drained sand composed by volcanic ash/sand and gully-bed materials, this study investigates the applicability of the abundant deposited stuff to beach nourishment materials. At first, this study examined the particle and aggregation properties on the drained sand. Second, movable bed experiments were conducted under erosional and accretional wave conditions. In the experiments, the drained sand was placed in the foreshore area on a ground slope made of usual sand. The beach profile changes and shoreline movements were measured. The results suggest the good applicability of Sakurajima drained sand to beach nourishment materials.

Key Words : Sakurajima drained sand , recycle, beach nourishment material ,movable bed experiments

1. はじめに

養浜工法は2000年4月に施工された海岸法で海岸保全工法のひとつとして認められ、近い将来海岸保全工法の主流になると考えられている。養浜工法に関する研究はこれまで多くなされているが養浜材にある特定の土砂に絞った研究はなされていない。本研究では桜島火山灰（流下土砂）のリサイクルを目的とし、養浜材としての応用の可能性を調べたものである。

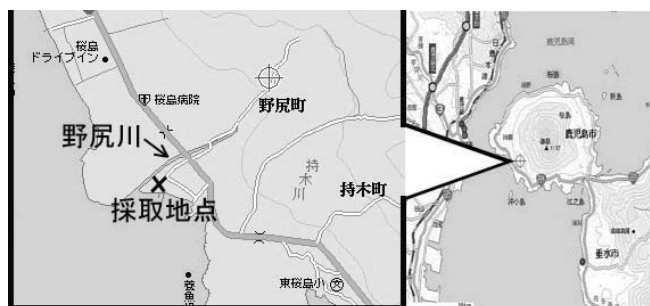


図-1 桜島火山灰（流下土砂）の採取位置

2. 実験概要

(1) 桜島火山灰（流下土砂）について

火山灰とは爆発・噴火に伴う降灰であり、降雨などの影響を受けていないものを指し、溪床に堆積し土石流などで流下した流下土砂とは異なるものである。本研究で用いた土砂は後者であるが、引用時には桜島火山灰（流下土砂）と称する。

桜島火山灰（流下土砂）は、桜島の野尻川河口付近(図-1)に堆積していたものを採取した。

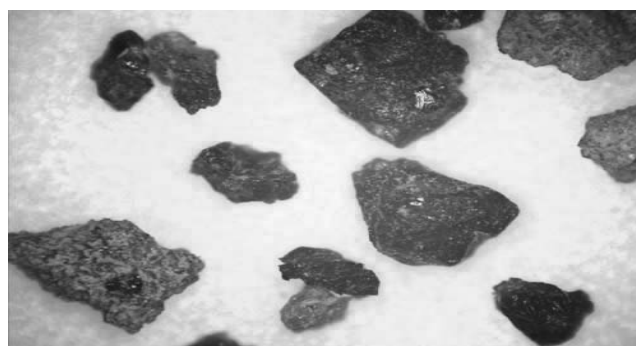


写真-1 桜島火山灰（流下土砂）（倍率 100 倍）

写真-1 は粒径 $250\text{--}600\mu\text{m}$ の桜島火山灰（流下土砂）をデジタルマイクロスコップで撮影したものである。

[†] 技術室

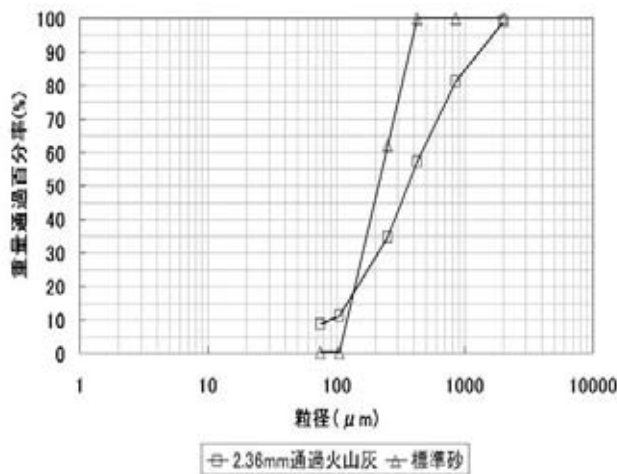


図-2 桜島火山灰（流下土砂）と豊浦砂の粒度分布

図-2 に 2.36mm ふるい通過の桜島火山灰（流下土砂）と豊浦砂の粒度分布を示す。振るい分け試験は JIS A 1204 に従った。この粒度分布より桜島流下土砂は、豊浦砂に比べて粒度分布が広いことが分かった。

実験では、粒径 $250 \sim 600 \mu\text{m}$ の桜島火山灰（流下土砂）を養浜材とし、標準砂を海浜材として利用した。それぞれの物理諸元を表-1 に示す。また比重に関しては採取時期・採取場所・採取方法等で異なる値を示す。今回の場合は軽石の除去を完全に行わなかったため、通常の桜島火山灰（流下土砂）の比重よりも小さな値となった。

表-1 物理諸元

	桜島火山灰 (流下土砂)	標準砂
中央粒径(μm)	425	190
比重	2.56	2.60
静止摩擦角($^{\circ}$)	44.1	41.9
沈降速度(cm/s)	4.38	3.05

表-2 粒子としての特徴

平均短径[mm]	0.44
平均長径[mm]	0.59
平均厚み[mm]	0.2
長短度	1.35
扁平率	2.20

次に桜島火山灰（流下土砂）の平均短径・平均長径・平均厚みを測定した(表-2)ところ Williams の形状指数を求めると $W=0.58$ となり、桜島火山灰（流下土砂）は円板状（oblate 傾向）ということが分かった。

(2) 実験方法と実験条件

幅 40cm、深さ 30cm、長さ 20m の造波装置のある水路に中央粒径 $190 \mu\text{m}$ の標準砂で勾配 0.125 の砂面を作り、前浜部分には汀線を 33cm 前進させるように中央粒径 $425 \mu\text{m}$ の桜島火山灰（流下土砂）を勾配 0.67 で造成した(写真-2)。沖側の水深を 20cm として侵食型(CASE-1)・堆積型(CASE-2)の波浪外力を 20 時間作用させた。



写真-2 初期地形

3. 実験結果

(1) 地形変化

図-3 に CASE-1（侵食型）の地形変化を示す。初期汀線位置・初期水深を基準として図を作成した。

写真-3～写真-6 は、図-3 に対応する時間の地形変化の写真である。侵食型の CASE-1 において、造波開始直後、前浜に養浜した桜島火山灰（流下土砂）は、沿岸砂州と汀線付近を被覆する部分にすぐ広がる（写真-3）。また戻り流れにより桜島火山灰（流下土砂）の細粒分が沖まで流出していることが分かる。また、細粒分の流出量は時間の経過とともに減少する。造波開始 10 分後（写真-4）から、沿岸砂州が成長してくる。この時の沿岸砂州の高さは約 3.5cm になる。その後、沿岸砂州高は 3～3.5cm の範囲で安定する。碎波位置については沿岸砂州が発達するまで（造波開始 10 分以前）は、養浜材の斜面で起こり沿岸砂州の発達に

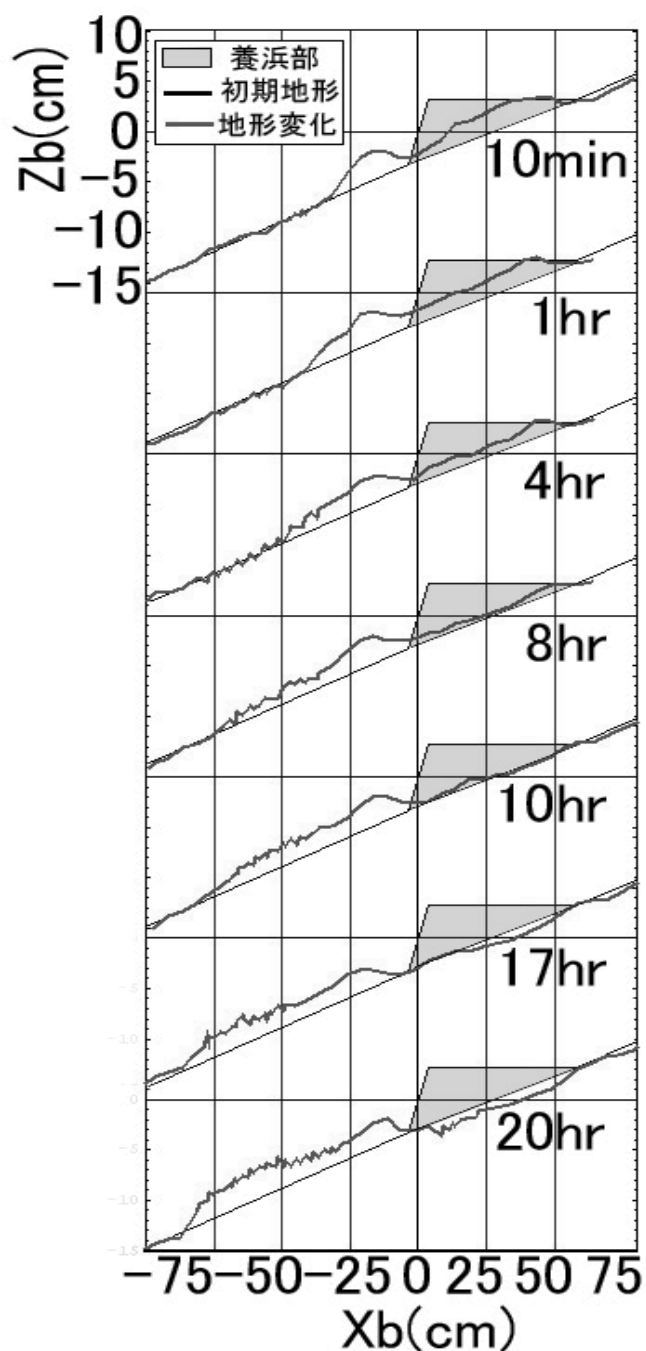


図-3 CASE1(侵食型)での地形変化

伴い、砕波位置は沿岸砂州岸側の斜面にずれ、大きな渦を形成する。汀線付近を被覆している桜島火山灰（流下土砂）は、砕波の影響を受け、時間とともに沖へ流出し汀線付近は 8 時間後には完全に海浜材の標準砂がむき出しの状態となった。また、砂漣は時間の経過とともに徐々に発生し、20 時間後には沿岸砂州を取り込む形で発達した。

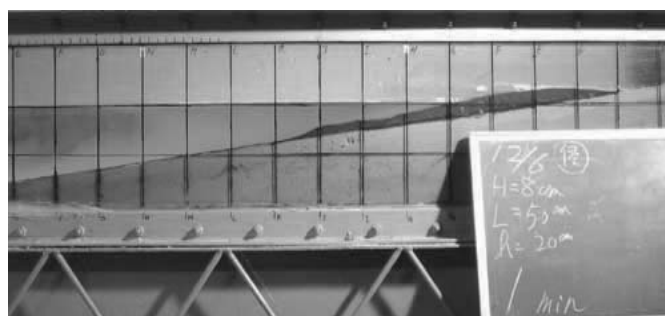


写真-3 造波 1 分後の様子

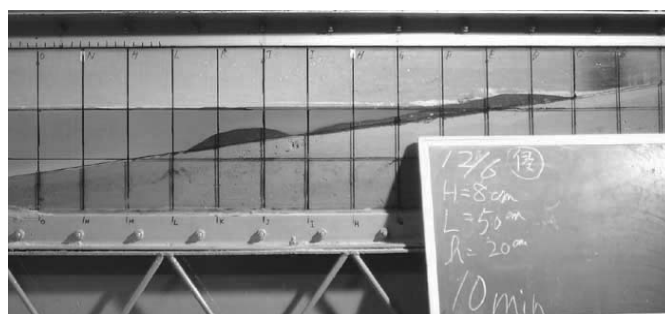


写真-4 造波 10 分後の様子

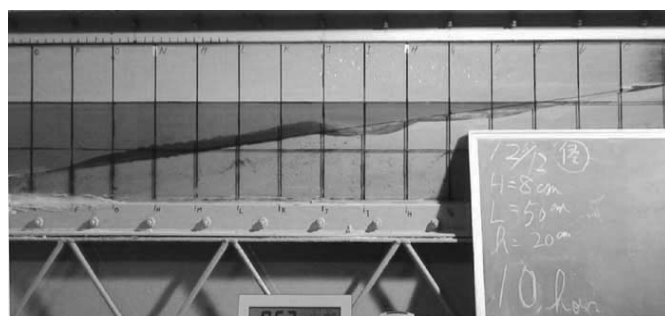


写真-5 造波 10 時間後の様子

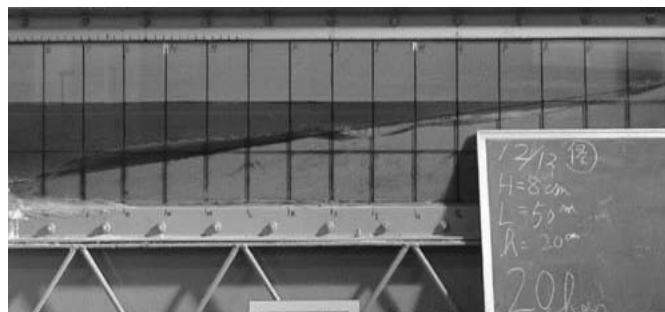


写真-6 造波 20 時間後の様子

図-4 に CASE-2（堆積型）の地形変化を示す。初期汀線位置・初期水深を基準として図を作成した。

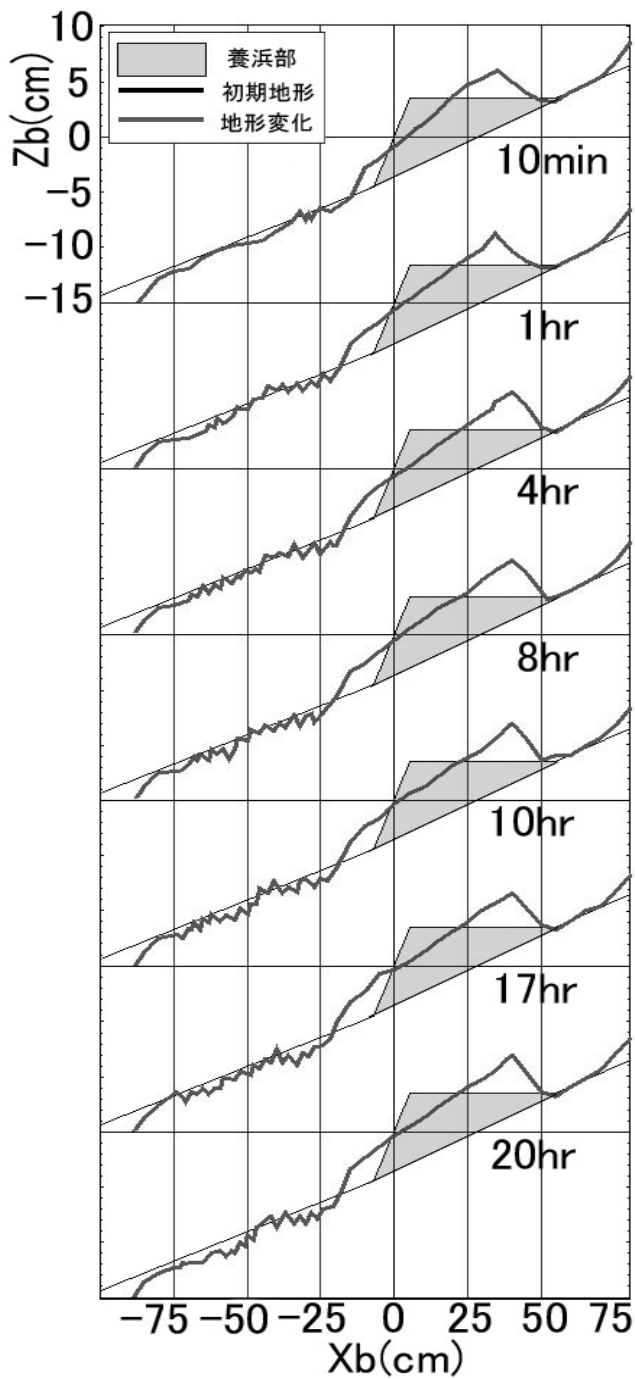


図-4 CASE2(堆積型)での地形変化

写真-7～写真-10は、図-2に対応する時間の地形変化の写真である。堆積型のCASE-2において桜島火山灰（流下土砂）は前浜に留まる量が多く、前浜高は高くなるが、汀線自体は前進しないので初期地形に比べて前浜勾配が大きくなる傾向がある。堆積型の波は、ほとんど碎波することなく養浜材の上に遡上波として作用する。砂漣は造波時間が20分頃から発生するが造波



写真-7 造波 30 秒後の様子



写真-8 造波 1 時間後の様子



写真-9 造波 10 時間後の様子

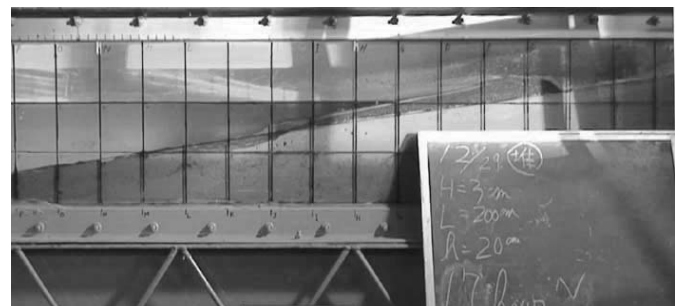


写真-10 造波 17 時間後の様子



写真-11 造波 2 時間後の砂漣の様子

時間が 1 時間になるまでは、桜島火山灰（流下土砂）が岸から流出しないので、標準砂のみで砂漣を形成した。造波時間が 1 時間以降は桜島火山灰（流下土砂）と標準砂が混合された形で砂漣が形成された(写真-11)。

(2) 汀線変化量

図-5 に CASE-1 と CASE-2 の汀線位置の時間変化を示す。侵食型の CASE-1 では、汀線変化が 8 時間以前と 8 時間以後の 2 段階に分かれて後退している。これは造波時間が 8 時間以後では汀線付近を被覆していた桜島火山灰（流下土砂）が沖に流出してしまい海浜材の標準砂がむき出しの状態になってしまったためである。造波時間が 8 時間以前の汀線変化量は造波開始後が最も大きく、造波時間 6～8 時間では汀線変化量があまり変化しないことからほぼ平衡状態になったと考えられる。しかし桜島火山灰（流下土砂）の量が少ないことからこれ以後汀線付近では標準砂がむき出しになり汀線変化量は増加した。これより、養浜では養浜材の投入量が汀線変化を支配する重要な要因と確認できた。堆積型の CASE-2 では造波時間が 20 時間経過しても汀線変化量はほとんど変わらない。これは桜島火山灰（流下土砂）が標準砂と比べて沈降速度が大きいので沖に流出しづらく、汀線変化量が変わらなかったと考えられる。

(3) 前浜勾配

図-6 に CASE-1 と CASE-2 の前浜勾配を示す。初期勾配は 0.67 である。侵食型の CASE-1 では造波時間 30 秒までに勾配が 0.18 程度まで緩やかになる。

それ以後では 0.1～0.15 程度の勾配で安定する。

堆積型の CASE-2 では、桜島火山灰（流下土砂）が沖に流出しないこともあり、侵食型の CASE-1 に比べて勾配がどの時間でも大きくなる。勾配は 0.15～0.2 程度で安定する。これは、侵食型の CASE-1 では碎波の渦による浮遊砂移動が卓越する(写真-12)が、堆積型の CASE-2 では遡上波による掃流移動が卓越する(写真-13)という漂砂機構の違いによるものと考えられる。

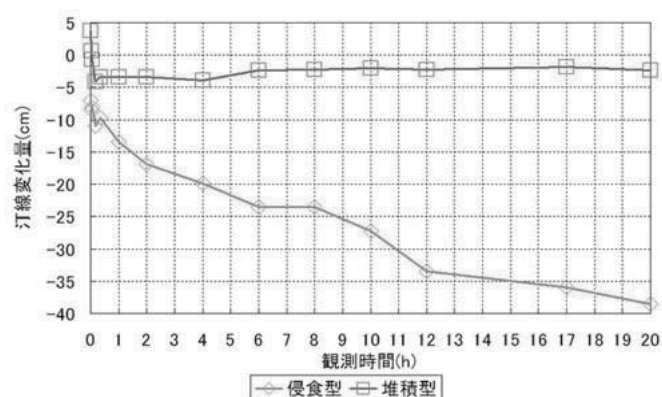


図-5 汀線変化量

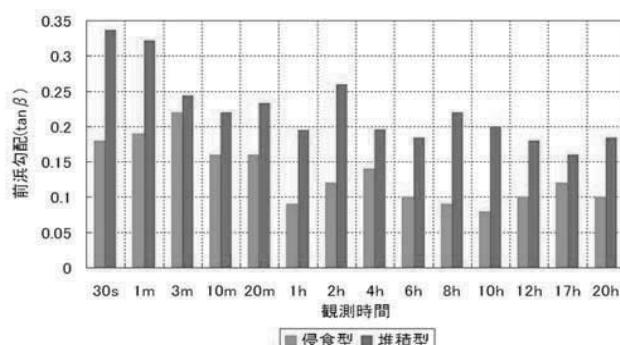


図-6 前浜勾配



写真-12 碎波による漂砂の様子

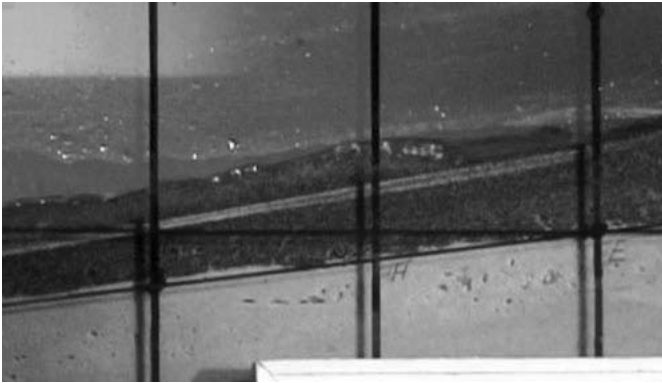


写真-13 遡上波による漂砂の様子

4. まとめ

本研究で得られた知見は以下の通りである。

波浪条件が侵食型の場合、適切な養浜材の量を決めることで海岸侵食を抑制できる。養浜材が少ない場合、顕著な汀線後退は2段階に分かれる。造波初期は沖に細粒分が流出するが時間の経過とともに流出量は減少する。波浪条件が堆積型の場合、侵食型と比べるとより長期間の間、海岸侵食を抑制できる。以上より、桜島火山灰（流下土砂）は養浜材としてリサイクル可能であるといえる。

本研究は、平成18年度科学研究費補助金（奨励研究）として行われたことを記す。

5. 参考文献

- 1) 本田隆英・藤原弘和・佐藤慎司・磯部雅彦：粒子形状による海浜断面変形の差異に関する実験的研究、海岸工学論文集、第52巻、pp516-520、2005
- 2) 中村昭男・依田眞・橘川正男・早瀬松一：粗砂投入による海浜変形に関する二次元実験、海岸工学論文集、第49巻、pp611-615、2002
- 3) 野村康裕・小杉賢一朗・水山高久：三宅島・有珠山・桜島の火山灰の物理特性の比較検討、火山灰の物理特性が泥流発生に与える影響に関する一考察、砂防学会誌、第55(6)、pp3-12、2003
- 4) 大庭昇・富田克利・山本温彦・大迫暢光・井上幸造：桜島火山灰の鉱物組成、化学組成および形成機構、岩石鉱物硯床学会誌、25巻1号、pp329-336、1980
- 5) 三輪茂雄：粉粒体工学、pp66-79、朝倉書店、1972
- 6) Sunamura, T. and K. Horikawa: Two dimensional shore transformation due to waves Proc. 14th Coastal Eng. Conf., ASCE, pp. 920-938, 1974
- 7) 土屋義人・伊藤政博：海浜変形の相似則に関する実験的研究、海岸工学講演会論文集、28巻、pp315-319、1981
- 8) 中村昭男・依田眞・橘川正男・早瀬松一：不規則波による混合砂海浜変形についての2次元水路実験、海岸工学論文集、第48巻、pp571-575、2001